

Utilisation de l'analyseur de simulation et résultats obtenus

CONSTANS Victor

6 novembre 2017

1 Utilisation

1.1 Fonctionnalités

Le programme AnalyseurSimu permet de traiter les données issus d'une simulation, à posteriori, pour en tirer des résultats statistiques ainsi que des informations plus détaillées sur cette simulation.

L'analyseur permet donc d'obtenir les informations statistiques suivantes :

- le nombre de paquets émis
- le nombre de paquets arrivé à destination
- le nombre de paquets qui sont arrivé dans un noeud intermédiaire
- le nombre de paquet qui ont quittés une file d'attente
- le nombre de paquet perdus (ainsi que le taux de perte par rapport au nombre de paquet émis)
- le nombre de flux
- le nombre de perte par noeud
- le délai moyen de bout en bout (composé du délai moyen, de l'écart-type, de la variance et de différents intervalle de confiance : 68%, 95% et 99%)
- le cumul du temps passé dans une file
- le cumul du temps passé sur un lien

Les délais de bout de bout ne sont pris en compte que lorsque le paquet arrive à destination sans être détruit.

Ces statistiques sont calculées de base par l'analyseur. Il est possible, via des options que nous détaillerons plus tard, d'ajouter des fonctionnalités à l'analyse. Il est ainsi possible de tracer un paquet précis de la simulation. On obtiendra donc des informations particulières sur ce paquet :

- sa source
- sa destination
- sa taille
- la liste des noeuds traversés avec le temps auquel il l'a traversé
- entre chaque noeuds, les temps temps passés sur le lien
- les temps passés dans les files des noeuds

- le cumul du temps passé dans les files
- le cumul du temps passé sur les liens

On peut aussi tracer un flux précis. On obtiendra les informations suivante :

- nombre de paquet émis faisant partie du flux
- nombre de paquet arrivé à destination faisant partie du flux
- nombre de paquet perdus faisant partie du flux (avec le taux de perte)
- Heure de naissance
- Heure de mort
- durée de vie du flux
- délai moyen de bout à bout des paquets faisant partie du flux (avec délai moyen, écart-type, variance et intervalle de confiance)

Il est aussi possible d'activer des fonctionnalités d'échantillonnage :

- nombre de paquets en attente dans les files au fil du temps
- nombre de paquet en transit dans le réseau au fil du temps
- nombre de flux actif au fil du temps
- nombre de paquets perdus au fil du temps
- nombre de paquet émis au cours du temps

Enfin il est possible de représenter la distribution :

- des délais de bout en bout des différents paquets d'un flux
- des temps d'utilisations des différents liens

1.2 Données en entrée

La trace d'événement à une syntaxe précise. Les noeuds doivent être nommés en commençant par la lettre 'N' puis un nombre. Il faut que le nommage des noeuds commence à N1 et les nombre composant le nom doivent être croissant et ne pas être discontinu. Les différentes informations composant un événement doivent être séparées d'un espace, et la fin d'un événement est signalée par un retour chariot.

1.3 Commandes et options

Le programme se lance avec la commande :

`./analyseurSimu`

Elle doit obligatoirement être lancée au minimum avec les options -i et -m pour indiquer le fichier de la trace (-i : Input) de la simulation et de la matrice d'adjacence (-m : Matrice).

`./analyseurSimu -i <trace> -m <matrice>`

On peut ensuite activer les différentes fonctionnalité vu plus haut avec les options suivantes. Elle peuvent être mise dans n'importe quel ordre.

- *-p : traçage du Paquet. Doit être suivi du numéro du paquet à tracer. Les résultats sont affichés dans le terminal.*
- *-x : traçage du fluX. Doit être suivi du numéro du flux à tracer. Les résultats sont affichés dans le terminal.*

- *-f* : échantillonnage du nombre de paquet en attente dans des files de tout les noeuds. Les résultats seront mis dans le fichier `remplissageFile.out` . Ils serviront de donnée pour tracer la courbe remplissage des files au cours du temps pour `GnuPlot`. L'option peut être suivi de "sum" pour représenté la somme de toute les listes de tout les liens au cours du temps. Elle peut être suivi de "all" pour représenter le détail du remplissage des files par noeud au cours du temps. Si elle est suivi d'un nombre, cela représentera la somme du remplissage des listes du noeud dont on à précisé le numéro, au cours du temps.
- *-F* : Cette option n'est prise en compte que lorsque *-f* est présent et qu'il indique un numéro de noeud précis. Elle vient en complément de *-f*. Elle permet d'indiquer quelle file(s) nous voulons représenter (le numéro de la file correspond au numéro du noeud à l'autre extrémité). Si l'option est suivi de l'argument "all", cela va représenter le détail du remplissage des files du noeud passé à *-f* au cours du temps. Si elle suivis par un nombre précis, cela va représenter le remplissage de la file précisée, du noeud indiqué en *-f* au cours du temps.
- *-t* : paquet en Transit. Si cette option est activée, le fichier `paquetTransit.out` est créé et contient le nombre de paquet en transit dans le réseau au cours du temps. Cela permet d'avoir une représentation graphique avec `GnuPlot`.
- *-a* : flux Actif. Cette option permet d'activer l'échantillonnage du nombre de flux actif au cour du temps. Les résultats sont mis dans le fichier `fluxActif.out` pour être utilisé comme fichier donnée pour `GnuPlot`.
- *-d* : Délai des paquets d'un flux. Créé le fichier `delaiPaquet.out` qui contient les délais de bout en bout des paquets d'un même flux. Ils pourront être représentés à l'aide de `GnuPlot`. Cette option doit être suivi du numéro de flux dont on veut connaître les délais.
- *-P* : paquet Perdus. Place dans le fichier `paquetPerdu.out` le nombre de paquet perdus par tout les noeuds au cours du temps.
- *-l* : utilisation des Liens. Cette option va créer le fichier `utilisation-Liens.out` qui va contenir le temps d'utilisation de chaque liens. Un lien est utilisé du moment qu'il y a un paquet qui transit, peut importe le sens de transit.
- *-e* : nombre de paquet Emis. Cette option va créer le fichier `emission.out` contenant le nombre de paquets émis au cours du temps.

Utilisation de la commande : `./analyseurSimu -i <trace> -m <matrice> [-p <num paquet>] [-x <num flux>] [-f <sum/all/num noeud>] [-F <all/num file>] [-t] [-a] [-d <num flux>] [-P] [-l]`

1.4 Génération de graphique

Pour chaque options produisant un fichier de données pour `GnuPlot`, correspond un script générant les instructions pour `GnuPlot`. Ce script porte le même nom que le fichier de données. Il suffit simplement de les lancer pour générer les courbes correspondantes.

Attention : le script `remplissageFile` est le seul script à prendre un argument qui représente le l'incrément de lecture de `GnuPlot`, étant donné que le fichier peut être très volumineux en terme de données, cela permet de raccourcir le temps de

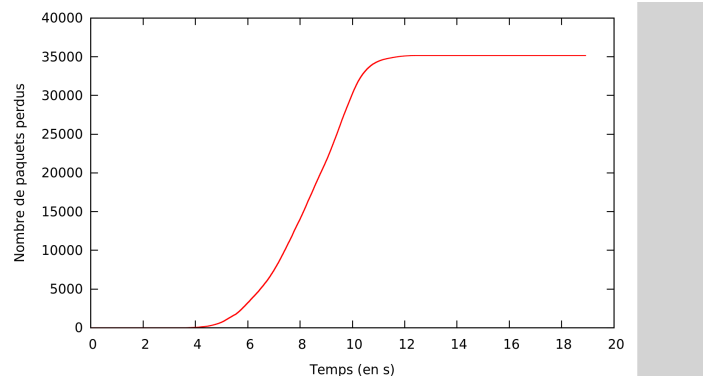


FIGURE 1 – Nombre de paquets perdus au cours du temps

génération.

Attention : pour le script `utilisationLien`, GnuPlot ne rend pas très visuel l'utilisation des liens. Le graphique présentant l'utilisation des liens ce dessous à été réalisé à l'aide de LibreOffice Calc.

2 Résultats

Nous allons voir à présent les résultats obtenus en analysant les données se trouvant dans le fichier `trace2650.txt`.

Commençons par les statistique "globales", celle-ci se trouve dans le fichier `resultatGlobal.txt`. Durant cette simulation, 750979 paquets ont été émis, 715815 sont arrivés à destination, et donc 35164 ont été perdus, ce qui représente environ 4.68% des paquets émis. Il y a eu 1000147 d'arrivé dans un noeud intermédiaire et de départ de files.

Ces paquets ce sont répartis sur 3019 flux. En moyenne ils mettaient 0.006920 unités de temps de bout en bout. L'écart-type, variance et intervalle de confiance se trouve dans le fichier. Enfin nous pouvons voir que le temps passé dans les files correspond à 4367.19 unités de temps et le temps passé sur les liens correspond à 652.30 unités de temps.

Un des critère intéressant à analyser lors d'une simulation réseau est la congestion de celui-ci. Pour se rendre compte de la congestion du réseau nous pouvons observer le nombre de paquets perdus au court du temps.

Nous pouvons voir sur le graphique 1 qu'après 4 unités de temps il commence à y avoir des pertes de paquets, signe que des files sont remplies et qu'il y a donc des congestion qui commence à apparaître. Entre 7 et 11 unité de temps le nombre de paquets perdus croît extrêmement rapidement, avant de se stabiliser aux alentours de 12 unités de temps. Voyons donc maintenant plus en détail quels sont les noeuds qui semble responsable des ces pertes et quelles peuvent en être les raisons.

Nous avons vu que des pertes apparaissaient après 7 unités de temps, voyons donc le remplissage des files.

Nous pouvons sur le graphique 2 voir que le nombre de paquet en attente croît fortement entre 4 et 8 unités de temps. Puis de 8 à 12 unités de temps

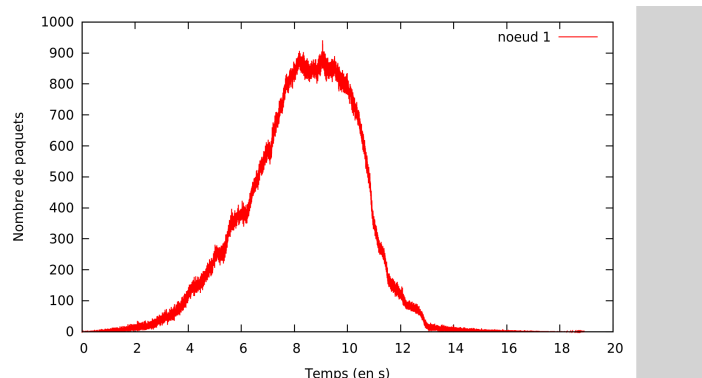


FIGURE 2 – Somme de tout les paquets en attente dans une file

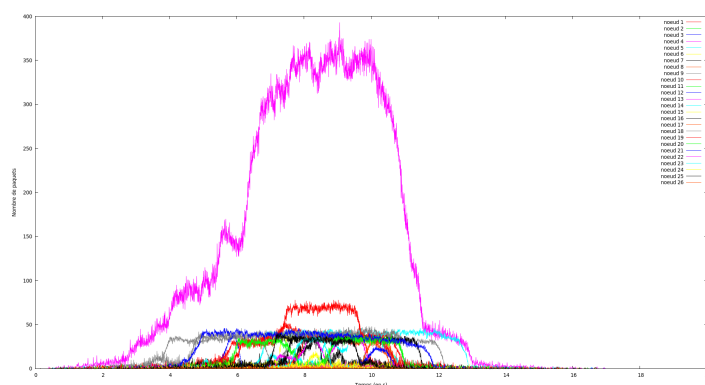


FIGURE 3 – Paquets en attente dans les différents noeuds

ce nombre diminue. Cette augmentation du nombre de paquets dans les files pourraient expliquer la croissance du nombre de perte entre 7 et 12 unités de temps.

Nous pouvons voir (dans le fichier `resultatGlobal.txt`) qu'un noeud en particulier semble provoquer plus de perte que les autres : le noeud 4 avec 16878 perte, contre seulement 5883 pour le deuxième noeud provoquant le plus de perte. Ce noeud 4 semble donc particulièrement provoquer des pertes. Voyons en détail l'évolution du remplissage de ces files.

Observons maintenant le graphique 3. Le noeud 4 est celui qui se démarque en rose.

Il est très clair qu'à n'importe quel instant les files du noeud 4 sont plus remplies que celles des autres noeuds. Ce remplissage beaucoup plus conséquent pourrait être à l'origine des pertes.

Voyons maintenant ce qui provoque le remplissage de ces files : est-ce que ce remplissage est "normal" dû à l'augmentation du nombre d'envoi de paquet, ou est-ce que cela est dû à un événement non désiré, une boucle dans le routage par exemple. Voyons pour cela le nombre de paquet en transit dans le réseau ainsi que le nombre de flux actif.

L'évolution du nombre de paquets en transit dans le réseau et du nombre de

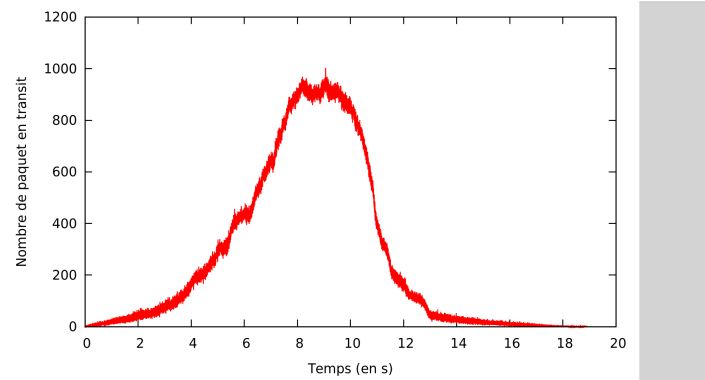


FIGURE 4 – Nombre de paquet en transit au cours du temps

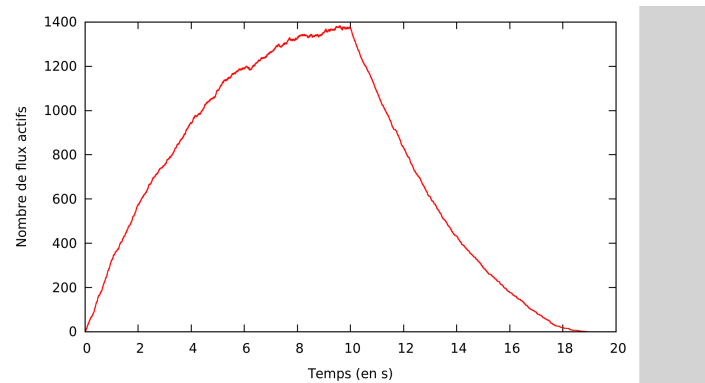


FIGURE 5 – Nombre de flux actif au cours du temps

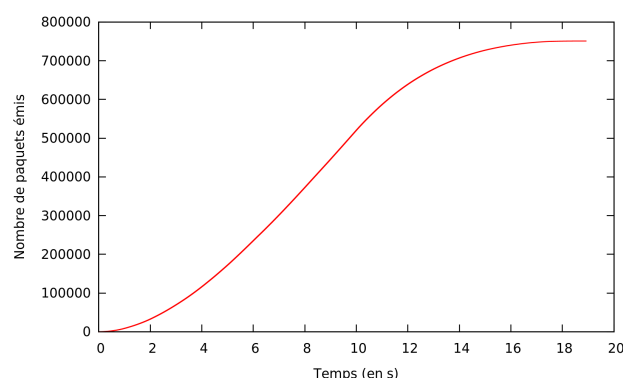


FIGURE 6 – Nombre de paquet envoyé au cours du temps

flux actif semble confirmer que l'augmentation du nombre de paquets dans les files est "normal". Etant donné que le nombre de flux nous pouvons supposer qu'il y a plus d'envoi de paquet et de plus de paquet à stocker dans les files. D'ailleurs nous pouvons voir que jusqu'à 11 unités de temps le nombre de flux augmente. Cela semble correspondre avec les temps où il se produit des pertes et où le nombre de paquet en transit est au plus fort (entre 8 et 11 unités de temps).// Comparons enfin avec le nombre de paquets émis au court du temps pour s'assurer que le remplissage des files est bien provoqué par un envoie massif de paquets.

Encore une fois le graphique 6 semble corroborer le fait que les remplissages de files sont provoqué par des envoies de paquets et non par un phénomène non désiré étant donné que le nombre de paquet envoyé croit fortement à partir de 3 unités et ralenti au alentour de 12 unités de temps. L'augmentation du nombre de paquet et du nombre de flux actif durant cette période semble donc expliquer le remplissage des files et la saturation des celle-ci et donc les perte de paquets.

Voyons maintenant pourquoi cette augmentation du nombre de paquets envoyés semble toucher plus particulièrement le noeud 4.

Si l'on observe le temps d'utilisation de chaque liens (graphique 7), on peut observer que les liens dont le noeud 4 est à une extrémité sont très utilisés (ce sont les liens sur la partie droite du graphique). On voit que les temps d'utilisations sont généralement très au dessus des autres liens en général. Cela pourrait expliquer pourquoi les files du noeud 4 contiennent beaucoup de paquets, et aussi pourquoi le noeud 4 est responsable de beaucoup de perte de paquet. En effet, étant donné que beaucoup de trafic passe par le noeud 4, les files de celui-ci sont plus susceptible d'être remplis, et donc de provoquer des pertes de paquets.

Outre le fait que les liens allant ou partant du noeud 4 sont très utilisés, nous pouvons aussi remarquer le nombre de lien auquel est connecté le noeud 4 : 21 . Cela est beaucoup plus que n'importe quel autre noeud. Nous pouvons donc supposer que le noeud 4 est un noeud central du réseau, du fait qu'il soit connecté à beaucoup d'autre noeud, et que cela fait de lui un potentiel goulot d'étranglement. Cela est confirmer par le fait que beaucoup de trafic transit par ce noeud.

Pour terminer voyons les effets sur un flux et un paquet en plein dans cette période de remplissage des files du noeud 4.

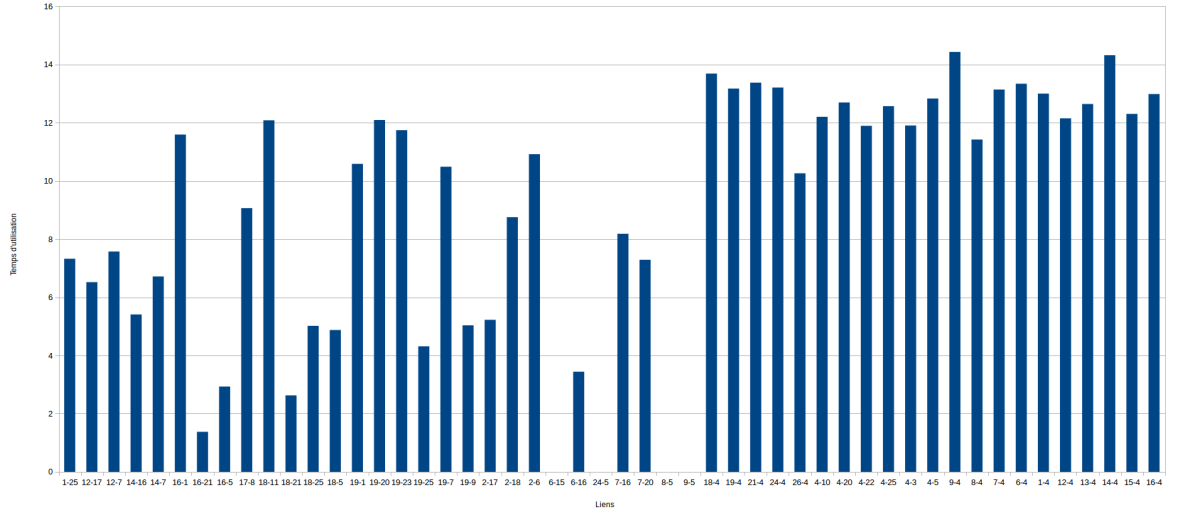


FIGURE 7 – Temps d'utilisation des différents liens

Nous allons donc tracer le flux 2291 et le paquet 538041 qui fait partie du flux 2291.

Pour cela nous avons utilisé la commande : `./analyseurSimu -i trace2650.txt -m res26.txt -x 2291 -d 2291 -p 538041`

Nous avons obtenu le résultat qui sont stocké dans le fichier `resultatTracage.txt`

Nous voyons déjà que le paquet passe bien par le noeud 4 au temps 10, donc en plein pic de remplissage des files. En observant me temps de bout à bout du paquet, nous pouvons voir qu'il est bien supérieur au délai moyen du système. Le remplissage des files augmentent donc bien le temps de bout en bout. Et nous voyons bien que le paquet à passé du temps en attente des les files.

Concernant le flux, nous pouvons déjà constater que 25% des paquet émis sont perdus et que la durée moyenne de bout en bout en encore une fois plus haute que la moyenne du système.

Nous pouvons voir d'après le graphique 8 que le remplissage des files du noeud 4 induisent bien une augmentations du délai de bout en bout. En effet, lorsque les files de 4 se vide, le délai diminue.

3 Performances

L'exécution du programme peut prendre jusqu'à 4 minutes. Un axe d'amélioration des performance serai de supprimer les flux qui sont mort au fur et à mesure du programme. Cela libérerai de la place mais réduirais surtout la taille de la liste chaînée de flux et accélèrerai le traitement. Cependant, faute de temps, je n'ai pas pu implémenter cette fonctionnalité.

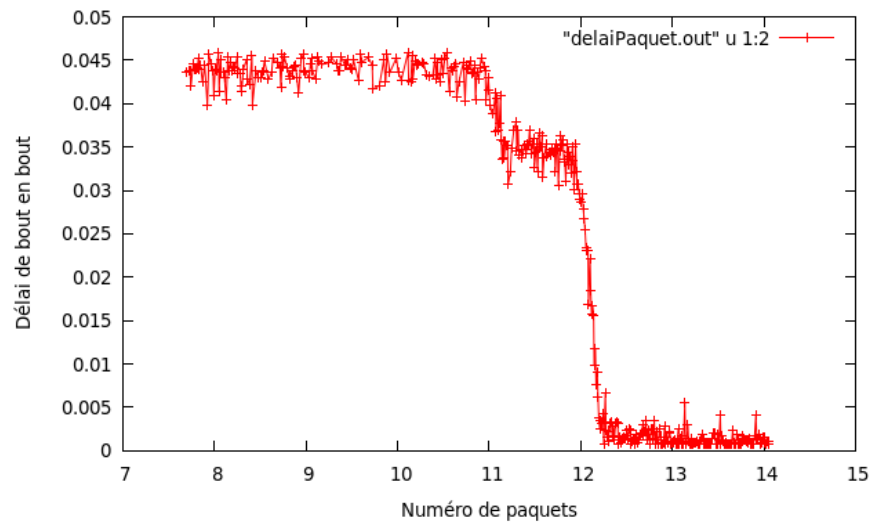


FIGURE 8 – Temps de bout en bout des différent paquet d'un flux